En los tiempos que corren, los genes, además de estar en las células, aparecen en boca de todos. Mucho se habla y, sobre todo, se especula respecto de sus potencialidades y miserias. Entre las promesas de resolver hasta el último misterio y el escepticismo absoluto hay potencialidades reales más que interesantes. Andrés Carrasco, investigador del Conicet, director del Laboratorio de Embriología Molecular de la Facultad de Medicina de la UBA y cabeza de un grupo que estudia el control genético del desarrollo embrionario, habla de su trabajo de investigación, que trata de responder a algunas de las preguntas que aún bullen en el fondo de la biología.

Osos geométricos

¿Qué es un oso polar?
Un oso rectangular después de un cambio de coordenadas.

Enviado por Claudio Sánchez, profesor de Física, a futuro@pagina12.com.ar

FUTURO
Sábado 22 de mayo de 1999

Entrevista a Andrés Carrasco

De genes, embriones y formas

Por Leonardo Moledo


Ilustración Alberto Otamendi

Viene el espermatozoide, fecunda el óvulo, el ADN de uno y otro se complementan y se arman: ha quedado armado el nuevo juego de instrucciones que dará lugar a un ser vivo".

–¿Y eso qué es? –pregunta Andrés Carrasco.

–El comienzo de un reportaje. Escuche, escuche un momento. Allí está el óvulo fecundado, con su juego completo de instrucciones en el núcleo celular. Ahí está.

–Sí, ahí está... pero...

–Espere, espere un momento: "y ese óvulo se divide. Ahora hay dos células. Y luego las dos células se dividen y hay cuatro".

–Sí.

–Y cada una de esas células tiene exactamente las mismas instrucciones, y la misma información, ¿no es así? Porque el ADN se replica cada vez, y hay un juego para cada célula.

– Es verdad, pero...

–Y si tienen la misma información, ¿cómo es que una célula termina dando origen a la cabeza y otra a la cola? Si son iguales, cómo saben que tienen que hacer cosas diferentes? Tengo entendido que ese es uno de los problemas de la biología.

–Lo es, y no está aclarado. Pero el óvulo, la célula materna ya tiene una información, información que viene por línea materna.

–¿Y cómo viene?

–En el citoplasma del óvulo.

–¿Usted dice que en el citoplasma del óvulo ya hay señales que dicen ésta es la cabeza y ésta es la cola?

–Esa información es la que permite disparar los primeros procesos del desarrollo. Es muy probable que en toda la escala zoológica haya información materna. Alguna información tiene que venir en el óvulo para desencadenar y activar el proceso del desarrollo embrionario. Sólo así se entiende que algunas células hagan cosas diferentes a otras. El hecho de que haya información materna es importantísimo para dirigir a las células en su división y su diferenciación.

Embriología molecular y evolución

–Bueno, ¿usted estudia los genes que controlan ese desarrollo embrionario, no es así?

–Sí, es lo que se llama embriología molecular.

–Cuénteme por qué el desarrollo embrionario es un tema central de la genética y la biología.

–Porque permitió entender que los cambios en las formas adultas, como por ejemplo el número y la forma de las vértebras o la adaptación que se producen en los miembros para caminar o volar, son cambios que se producen en la forma en que los genes controlan el desarrollo embrionario. Hay un caso muy típico: los reptiles antiguos, los dinosaurios, tenían una vértebra extra que después dejó de existir. Pero esos cambios tienen que darse desde el principio, en el desarrollo embrionario a través de los genes que determinan el número y la forma de las vértebras. No hay otra posibilidad, porque durante el desarrollo del embrión se determina la forma que tendrá el individuo adulto. Así, los cambios evolutivos, la presión de la evolución, la aparición de esto o aquello, se ejecuta ahí a través de la modificación de los programas del embrión.

–¿La llave de la evolución está ahí?

–En cierto modo, sí. A veces con la aparición de genes nuevos, la desaparición de genes viejos, a veces por el hecho de que un gen empiece a funcionar de otra manera, a veces a través de la duplicación de genes. Porque piense lo siguiente: ¿dónde se genera la diferencia de la forma

entre los dinosaurios y las aves? Los cambios de forma suponen modificaciones formidables y los cambios entre las especies sólo se pueden explicar cuando se producen saltos en la evolución. Como dice Stephen Jay Gould, no se puede explicar todo solamente por la microevolución, tiene que haber saltos fundamentales. El gradualismo explica las variaciones dentro de las especies, pero no explica, o por lo menos no explica del todo la aparición de nuevas especies, la especiación.

–¿Y entonces?

–Entonces la base de la especiación está sustentada en el estudio de los genes que nosotros estudiamos. Nosotros sabemos que modificando los genes en los animales experimentales podemos crear una vértebra extra. Hay una manipulación transgénica que uno puede hacer, de tal modo que en vez de tener las vértebras atlas y axis, que son las dos primeras vértebras, podemos crear una vértebra antes, la vértebra cero (pre-atlas). Ahora, "la vértebra cero" existía en los reptiles antiguos. A veces se logra, mediante manipulaciones genéticas, modificaciones que representan algunas cosas que pasaron en el proceso evolutivo. Lo de la vértebra pre-atlas es interesante, porque en los vertebrados superiores como los mamíferos es parte del occipital, dejó de ser vértebra y pasó a ser parte del cráneo. Fue por presión evolutiva, claro: los cráneos tuvieron que crecer en volumen y...

–Se tragaron la vértebra.

–Sí. Bueno, esto viene a cuento de que a veces reproducimos parcialmente cosas que se dieron en la evolución.

–¿Quiere decir que ustedes, en el laboratorio, reconstruyen en cierta manera un bicho que existió hace 300 millones de años?

–No, no, no reconstruimos bichos, nada de eso. Digo que tratamos de entender cómo funcionan esos genes y en algún momento por casualidad nos damos cuenta que estamos recapitulando algo que verdaderamente ocurrió, o tal vez no.

–¿Y se podrá alguna vez reconstruir los pasos de la evolución?

–Eventualmente sí. Eso lo podremos decir cuando sepamos bien qué están haciendo estos genes.

Manipulaciones genéticas

–La expresión manipulación genética, como usted sabrá, tiene mala prensa. Pero usted en su laboratorio lo hace.

–Sí, claro. La única manera de estudiar la función de un gen es trabajando sobre él. Si a eso se lo llama manipulación..., bueno...

–Dígame, ¿y cómo manipulan un gen?

–Nosotros trabajamos en anfibios (Xenopus laevis, que es una especie de rana sudafricana) y lo que hacemos es, en primer lugar, tratar de aislar todos los genes posibles que pueden estar funcionando en un determinado momento del desarrollo del embrión, qué genes regulan, en tal momento, el funcionamiento del sistema nervioso y hay maneras y estrategias para detectar esos genes.

–Cuénteme.

–Una manera es comparar qué genes están activados en un momento del desarrollo y cuáles están activados unas horas después. Y entonces, podemos deducir que son responsables de los cambios producidos durante ese período, y si conseguimos aislarlos, se los puede estudiar. Y ahí viene una cosa. ¿Qué es lo que estudio de un gen?

–¿Y qué estudia?

–Lo primero es la secuencia, saber exactamente cómo es, y qué proteínas están codificadas ahí. Y luego dónde actúa, o, como decimos nosotros, dónde *se expresa* ese gen. Y entonces, una vez que uno sabe la secuencia, sabe el lugar donde se expresan, hay que ver la función.

–Qué hace.

–Qué hace. Y hay dos maneras. O inyectar cantidades enormes de ese gen, de esa proteína y ver qué le pasa al embrión cuando lo invade con esa proteína, o anular la función de ese gen, bloquearlo, y ver qué ocurre cuando no actúa. Básicamente, las estrategias se basan en sobreexpresar o en anular.

–¿Y qué pasa cuando bloquea un gen?

–Un gen o un grupo de genes (como los llamados genes Hox). Bueno, pueden pasar muchas cosas, embriones con alteraciones del sistema nervioso o sin cabeza, puede modificarse el desarrollo de los miembros generando animales con más de cuatro patas o duplicación de los dedos. Se pueden modificar genes que vayan alterando partes del sistema nervioso para ver si están relacionados con la formación de éste. O uno puede, por ejemplo, alterar el número o la forma de las vértebras. Todas estas cosas se logran manipulando los genes. En realidad, lo que ahora está imponiéndose en embriología molecular, en vez de estudiar cómo se forma la cabeza, que es una cosa muy compleja y depende de un número enorme de genes, tratar de hacer preguntas más sencillas al sistema.

–¿Por ejemplo?

–Por ejemplo, nos preguntamos cuáles son los factores iniciales que hacen que un grupo de células decida ser neuronas. Al fin y al cabo, un embrión es un conjunto de células. En un momento, hay un grupo de células que deciden ser placa neural, que deciden ser el territorio donde se va a desarrollar el sistema nervioso. En este momento nos estamos preguntando: ¿cuáles son los genes, las proteínas, que hacen que un tejido que, si uno lo deja solo, está destinado a ser piel, en presencia de estos factores decide ser tejido nervioso? En el laboratorio se toma tejido embrionario y temprano, que aislado desarrollaría piel, tomamos pequeñísimas cantidades de tejido, y resulta que la presencia de algunas proteínas lo transforman en tejido nervioso.

–¿Y cómo ocurre eso?

–Justamente, no lo sabemos. Lo transformamos en tejido nervioso, pero no sabemos cómo, no sabemos cuáles fueron los pasos, qué modificación se produjo. Ahí hay una cascada de eventos de activación genética que son desconocidos sabemos que hay un grupo de proteínas–como noggin o cordina– que inducen el sistema nervioso, pero no sabemos qué pasa en el medio. Y esto me lleva a otra cosa, que quizás es lo más excitante de todo esto. Un embrión es una pelota de células que empiezan a tomar decisiones en un sentido o en otro sentido, algunas deciden: nosotras vamos a ser tejido nervioso. Cuando uno tiene un embrión ya formado, en realidad lo que está viendo es el resultado de un complejísimo programa espacial y temporal, en determinados lugares y en determinados momentos las células empiezan a diferenciarse y dan diferentes órganos. Uno no tiene un sistema nervioso porque alguien viene y lo dibuja sino porque en determinado momento un grupo de células indiferenciadas empieza a proliferar para darlo. En realidad, detrás de la forma, lo que estamos estudiando es ese programa genético que va a hacer que cada cosa esté en su lugar y de una forma normal. Y esto resulta de que células totipotentes, es decir, que podrían elegir cualquier camino, bajo los efectos de factores maternos primero y del propio embrión después, van tomando, eligiendo su destino final: los distintos tejidos y órganos (Ver recuadro).

El gran laboratorio y la ciencia básica

–Ahora fíjese que todo esto, todos los secretos de los programas genéticos están en el embrión, no hay otro lugar del desarrollo de un ser vivo donde se pueda estudiar esto. No lo podría hace con tejido adulto.

–El embrión es el gran laboratorio donde se puede estudiar.

–Sí, y aparte del saber, de entender la evolución, de entender las malformaciones, vamos a ser capaces de comprender los mecanismos que dentro de veinte, cincuenta o los años que sea, van a permitir reconstruir tejidos y órganos en laboratorio. Esto es importante decirlo porque nosotros hacemos ciencia básica y a veces parece que la ciencia básica no tiene, digámoslo así, aplicación. Y no es así. Aunque mi objetivo no es fabricar sistemas nerviosos, estos conocimientos pueden permitirlo el día de mañana. Poder transformar una célula totipotente y hacer que prolifere para poder dar lugar a una estructura, en eso está el secreto de toda la medicina de reemplazo y reparación del futuro.

Estrategias, Parkinsons y semillas

–Aparte del conocimiento, hay muchas cosas que se juegan en la embriología molecular. Si el día de mañana yo quisiera establecer una estrategia para curar el Parkinsons, bueno, uno puede hacerlo mediante drogas o puede implantar neuronas modificadas de tal manera que produzcan dopamina. Pero si yo pudiera controlar la diferenciación y a partir de células totipotentes fabricar neuronas que fabriquen dopamina y sean normales va a ser una solución muchísimo mejor y más fisiológica. Porque ya hay compañías que están tratando de modificar células y hacerlas generar dopamina. Pero ellos están manipulando genéticamente células y no saben cómo se van a comportar después del transplante en el humano. ¿Y si se empiezan a comportar anormalmente y desarrollan un tumor? ¿Entonces sabe qué hacen?

–No, no sé.

–Le ponen un gen suicida. Son genes que en un momento determinado si se detecta que esas células se empiezan a comportar anormalmente se activan y las matan.

–Es ingenioso.

–Es muy ingenioso y ya se practica con semillas. El proyecto se llama "Terminator" y lo hace un laboratorio muy grande de Es-

Tejidos y ciencia ficción

–¿Se pueden fabricar tejidos en el laboratorio?

–Sí. Se puede fabricar hueso, se puede fabricar cartílago, o piel. ¿Sabe cómo se hace para hacer un cartílago con una forma determinada? Porque una cosa es conseguir que una célula indiferenciada llegue a ser una célula de cartílago, y otra cosa que ese cartílago tenga forma de nariz. Para ello hay que proveer a las células de un molde de polímeros biodegradables que si uno los llena de esas células van a terminar dando un cartílago con forma de nariz, o una oreja. Después el molde se reabsorbe. Ahora, hacerlo con piel, cartílago o hueso es una cosa. No es lo mismo fabricar órganos, hígado o corazón, que tisularmente son mucho más complejos.

–¿Eso ya se está haciendo?

–En forma experimental. Hay laboratorios de ingeniería de tejidos donde ya se está haciendo. En forma primaria y experimental. Se imagina que no se vende en las esquinas. Pero le digo que... bueno, lo que soñamos, lo que en biomedicina llamamos el Santo Grial, es no sólo fabricar células hepáticas, hepatocitos, sino fabricar por ejemplo un hígado.

–¿No es ciencia ficción?

–Sí. Es ciencia ficción. Pero volar también lo era, o transmitir la voz a distancia, o viajar a la Luna.

Desde la ciencia hacia la política

–Bueno, podemos dejar los genes por un momento de lado. Usted es uno de los referentes del programa científico de la Alianza. ¿Por qué no me habla un poco de la situación de la ciencia en la Argentina, de lo que hay, de lo que hay que hacer?

–Bueno, en la Argentina tenemos un sistema académico que supo ser productor de conocimientos de alta calidad útiles o no, pero de alta calidad. Ultimamente se ha estado instalando la idea de que hay que asociar al productor de conocimientos con el empresario. Yo veo un problema a este enfoque, y es que en la Argentina falta demanda, que no falta en otras partes del mundo, la empresa o la corporación que dice: "Nosotros queremos desarrollar esta tecnología porque queremos vender este producto". Pero eso aquí no existe. Entonces este enfoque falla por la base, porque no hay ni grandes ni pequeñas empresas que demanden volúmenes de innovación tecnológica de punta.

–Bueno, uno lee mucho sobre el problema de cómo vincular a las empresas con la ciencia y la tecnología, cómo convencer a los empresarios, y así.

–Pero ese dilema es falso, porque la oferta no puede inventar la demanda. Tratan de cruzar la producción de conocimientos con la producción de bienes o de servicios y generan herramientas que luego se ven seriamente cuestionadas porque después no hay dónde colocar eso. En tanto y en cuanto no haya demanda, no hay ciencia ni comunidad científica que pueda crearla.

–Bueno, pero ¿y entonces?

–Entonces, el problema de cómo crear una demanda no lo tenemos que resolver los científicos. Tiene que resolverse dentro del modelo económico que se diseñe para el país, un perfil productivo. El problema de cómo hacer que ingrese la ciencia y la tecnología en la produccić do se mezcla y ocur innovación tecnológ Se confunde la innov una empresa cambie moderno. Y eso no s trial.

–Bueno, pero ¿qu ral.

–Por empezar, hay como la panacea que cree que tener un g camente se traslada a judicarle al sistema las deficiencias de pr dejar en claro que e como el salvador, sin destas y específicas.

–Digámelo, con n

–Uno: mejorar la vía está muy mal. Do la actividad científic la ciencia se está hac tranjeros. Tres: mejo de evaluación de la Esto es lo que hay q genuinos, mejor dist bien, el sistema cien ya demanda desde la

entre los dinosaurios y las aves? Los cambios de forma suponen modificaciones formidables y los cambios entre las especies sólo se pueden explicar cuando se producen saltos en la evolución. Como dice Stephen Jay Gould, no se puede explicar todo solamente por la microevolución, tiene que haber saltos fundamentales. El gradualismo explica las variaciones dentro de las especies, pero no explica, o por lo menos no explica del todo la aparición de nuevas especies, la especiación.

–¿Y entonces?

–Entonces la base de la especiación está sustentada en el estudio de los genes que nosotros estudiamos. Nosotros sabemos que modificando los genes en los animales experimentales podemos crear una vértebra extra. Hay una manipulación transgénica que uno puede hacer, de tal modo que en vez de tener las vértebras atlas y axis, que son las dos primeras vértebras, podemos crear una vértebra antes, la vértebra cero (pre-atlas). Ahora, "la vértebra cero" existía en los reptiles antiguos. A veces se logra, mediante manipulaciones genéticas, modificaciones que representan algunas cosas que pasaron en el proceso evolutivo. Lo de la vértebra pre-atlas es interesante, porque en los vertebrados superiores como los mamíferos es parte del occipital, dejó de ser vértebra y pasó a ser parte del cráneo. Fue por presión evolutiva, claro: los cráneos tuvieron que crecer en volumen y...

–Se tragaron la vértebra.

–Sí. Bueno, esto viene a cuento de que a veces reproducimos parcialmente cosas que se dieron en la evolución.

–¿Quiere decir que ustedes, en el laboratorio, reconstruyen en cierta manera un bicho que existió hace 300 millones de años?

–No, no, no reconstruimos bichos, nada de eso. Digo que tratamos de entender cómo funcionan esos genes y en algún momento por casualidad nos damos cuenta que estamos recapitulando algo que verdaderamente ocurrió, o tal vez no.

–¿Y se podrá alguna vez reconstruir los pasos de la evolución?

–Eventualmente sí. Eso lo podremos decir cuando sepamos bien qué están haciendo estos genes.

Manipulaciones genéticas

–La expresión manipulación genética, como usted sabrá, tiene mala prensa. Pero usted en su laboratorio lo hace.

–Sí, claro. La única manera de estudiar la función de un gen es trabajando sobre él. Si a eso se lo llama manipulación..., bueno...

–Dígame, ¿y cómo manipulan un gen?

–Nosotros trabajamos en anfibios (Xenopus laevis, que es una especie de rana sudafricana) y lo que hacemos es, en primer lugar, tratar de aislar todos los genes posibles que pueden estar funcionando en un determinado momento del desarrollo del embrión, qué genes regulan, en tal momento, el funcionamiento del sistema nervioso y hay maneras y estrategias para detectar esos genes.

–Cuénteme.

–Una manera es comparar qué genes están activados en un momento del desarrollo y cuáles están activados unas horas después. Y entonces, podemos deducir que son responsables de los cambios producidos durante ese período, y si conseguimos aislarlos, se los puede estudiar. Y ahí viene una cosa. ¿Qué es lo que estudio de un gen?

–¿Y qué estudia?

–Lo primero es la secuencia, saber exactamente cómo es, y qué proteínas están codificadas ahí. Y luego dónde actúa, o, como decimos nosotros, dónde *se expresa* ese gen. Y entonces, una vez que uno sabe la secuencia, sabe el lugar donde se expresan, hay que ver la función.

–Qué hace.

–Qué hace. Y hay dos maneras. O inyectar cantidades enormes de ese gen, de esa proteína y ver qué le pasa al embrión cuando lo invade con esa proteína, o anular la función de ese gen, bloquearlo, y ver qué ocurre cuando no actúa. Básicamente, las estrategias se basan en sobreexpresar o en anular.

–¿Y qué pasa cuando bloquea un gen?

–Un gen o un grupo de genes (como los llamados genes Hox). Bueno, pueden pasar muchas cosas, embriones con alteraciones del sistema nervioso o sin cabeza, puede modificarse el desarrollo de los miembros generando animales con más de cuatro patas o duplicación de los dedos. Se pueden modificar genes que vayan alterando partes del sistema nervioso para ver si están relacionados con la formación de éste. O uno puede, por ejemplo, alterar el número o la forma de las vértebras. Todas estas cosas se logran manipulando los genes. En realidad, lo que ahora está imponiéndose en embriología molecular, en vez de estudiar cómo se forma la cabeza, que es una cosa muy compleja y depende de un número enorme de genes, tratar de hacer preguntas más sencillas al sistema.

–¿Por ejemplo?

–Por ejemplo, nos preguntamos cuáles son los factores iniciales que hacen que un grupo de células decida ser neuronas. Al fin y al cabo, un embrión es un conjunto de células. En un momento, hay un grupo de células que deciden ser placa neural, que deciden ser el territorio donde se va a desarrollar el sistema nervioso. En este momento nos estamos preguntando: ¿cuáles son los genes, las proteínas, que hacen que un tejido que, si uno lo deja solo, está destinado a ser piel, en presencia de estos factores decide ser tejido nervioso? En el laboratorio se toma tejido embrionario y temprano, que aislado desarrollaría piel, tomamos pequeñísimas cantidades de tejido, y resulta que la presencia de algunas proteínas lo transforman en tejido nervioso.

–¿Y cómo ocurre eso?

–Justamente, no lo sabemos. Lo transformamos en tejido nervioso, pero no sabemos cómo, no sabemos cuáles fueron los pasos, qué modificación se produjo. Ahí hay una cascada de eventos de activación genética que son desconocidos sabemos que hay un grupo de proteínas–como noggin o cordina– que inducen el sistema nervioso, pero no sabemos qué pasa en el medio. Y esto me lleva a otra cosa, que quizás es lo más excitante de todo esto. Un embrión es una pelota de células que empiezan a tomar decisiones en un sentido o en otro sentido, algunas deciden: nosotras vamos a ser tejido nervioso. Cuando uno tiene un embrión ya formado, en realidad lo que está viendo es el resultado de un complejísimo programa espacial y temporal, en determinados lugares y en determinados momentos las células empiezan a diferenciarse y dan diferentes órganos. Uno no tiene un sistema nervioso porque alguien viene y lo dibuja sino porque en determinado momento un grupo de células indiferenciadas empieza a proliferar para darlo. En realidad, detrás de la forma, lo que estamos estudiando es ese programa genético que va a hacer que cada cosa esté en su lugar y de una forma normal. Y esto resulta de que células totipotentes, es decir, que podrían elegir cualquier camino, bajo los efectos de factores maternos primero y del propio embrión después, van tomando, eligiendo su destino final: los distintos tejidos y órganos (Ver recuadro).

El gran laboratorio y la ciencia básica

–Ahora fíjese que todo esto, todos los secretos de los programas genéticos están en el embrión, no hay otro lugar del desarrollo de un ser vivo donde se pueda estudiar esto. No lo podría hace con tejido adulto.

–El embrión es el gran laboratorio donde se puede estudiar.

–Sí, y aparte del saber, de entender la evolución, de entender las malformaciones, vamos a ser capaces de comprender los mecanismos que dentro de veinte, cincuenta o los años que sea, van a permitir reconstruir tejidos y órganos en laboratorio. Esto es importante decirlo porque nosotros hacemos ciencia básica y a veces parece que la ciencia básica no tiene, digámoslo así, aplicación. Y no es así. Aunque mi objetivo no es fabricar sistemas nerviosos, estos conocimientos pueden permitirlo el día de mañana. Poder transformar una célula totipotente y hacer que prolifere para poder dar lugar a una estructura, en eso está el secreto de toda la medicina de reemplazo y reparación del futuro.

Estrategias, Parkinsons y semillas

–Aparte del conocimiento, hay muchas cosas que se juegan en la embriología molecular. Si el día de mañana yo quisiera establecer una estrategia para curar el Parkinsons, bueno, uno puede hacerlo mediante drogas o puede implantar neuronas modificadas de tal manera que produzcan dopamina. Pero si yo pudiera controlar la diferenciación y a partir de células totipotentes fabricar neuronas que fabriquen dopamina y sean normales va a ser una solución muchísimo mejor y más fisiológica. Porque ya hay compañías que están tratando de modificar células y hacerlas generar dopamina. Pero ellos están manipulando genéticamente células y no saben cómo se van a comportar después del transplante en el humano. ¿Y si se empiezan a comportar anormalmente y desarrollan un tumor? ¿Entonces sabe qué hacen?

–No, no sé.

–Le ponen un gen suicida. Son genes que en un momento determinado si se detecta que esas células se empiezan a comportar anormalmente se activan y las matan.

–Es ingenioso.

–Es muy ingenioso y ya se practica con semillas. El proyecto se llama "Terminator" y lo hace un laboratorio muy grande de Estados Unidos. Fabrican semillas a las que le hacen toda una manipulación genética para que sean resistentes a determinados plaguicidas y tóxicos y permitan que los cultivos puedan ser fumigados sin que las semillas se mueran. Luego le venden la semilla a los granjeros. Crece la planta, sacan el producto y en ese momento, porque hay un momento, ¡tac! se activan determinados genes que matan la semilla, para que el granjero no pueda volver a usarlas y tenga que comprar nuevamente las semillas.

–También es ingenioso.

–Muy ingenioso desde el punto de vista de la biología molecular. Es ingenioso porque primero tienen que modificarlas para hacerlas resistentes y después para que se suiciden. Pero hay una serie de objeciones desde el punto de vista ecológico: si la semilla se muere en serio y si eso no se va propagar o a afectar a otras poblaciones. Hay movimientos dentro de la comunidad científica y fuera de ella poniendo el foco sobre este tipo de programas, porque allí hay un objetivo puramente económico. Y en el campo de la medicina, puede darse la misma situación. Estoy modificando células que tienen determinadas características genéticas que no son normales y las estoy utilizando para terapéuticas. Lógicamente lo ideal, el objetivo, sería construir células fisiológicamente normales en el laboratorio y la única manera de lograrlo es sabiendo cómo suceden en el embrión.

Prospectiva

–¿Estamos lejos, cerca, de todo eso que me cuenta?

–Estar cerca o lejos depende de la energía y los recursos que se pongan. Lo que pasa es que hay una gran presión de las compañías. Hay que encontrar solución a la diabetes, al Parkinsons porque son enfermedades que tienen un gran impacto económico. Entonces se usa cualquier estrategia que permita fabricar y vender un producto que resuelva un problema. Si todo ese tiempo que se emplea en fabricar un producto que a lo mejor en tres o cuatro años va demostrar que no es la panacea o va a ser reemplazado por otro producto se usara mejor... El asunto es que hay presión para conseguir resultados inmediatos, y el camino vía ciencia básica es más lento.

–Bueno, uno podría decir que hay que seguir las dos estrategias.

–Hay que hacerlo. ¿Pero quién sigue estas dos estrategias? Es evidente que las grandes corporaciones, tanto las agrícolas como las biomédicas, no van a seguir estrategias lentas. Lo más probable es que haya una división del trabajo y que las compañías pongan la plata en lo que va dar una rentabilidad a mediano plazo y que el sistema académico refuerce las líneas más básicas para acumular los elementos que se necesitan para dar soluciones más definitivas o permanentes. Yo le adjudico a los ambientes académicos la función de seguir esas líneas más básicas que no necesariamente van a dar réditos inmediatos, que no se van a convertir en productos, en terapéuticas o en patentes en forma inmediata. Lo ideal es que el Estado no se desentienda de las líneas más básicas porque el capital privado no va a invertir en proyectos a muy largo plazo.

–¿Pero se está desentendiendo?

–Hay una tendencia que yo noto en muchos lugares del mundo: cada vez más el sector académico está siendo presionado por el sector privado para que se ocupe de problemas más coyunturales, para que dé soluciones rápidas. Las corporaciones han sabido convencer a las comunidades científicas, o parte de ellas, de la importancia de las patentes, con la consecuencia de que hay muchos recursos humanos y de infraestructura que se trasladan a problemas coyunturales en detrimento de estudios de largo aliento. Y a veces esas situaciones coyunturales llegan a vías muertas. Por ejemplo, se invirtieron cantidades enormes en el Interferón y bueno, no fue una panacea.

–Bueno, la investigación básica también puede no dar resultado.

–Desde ya. Lo que pasa es que cuando se trata de biomedicina, hay que ser especialmente cauto, pero creo que la solución para resolver si hay un desarrollo científico que apunta en algún momento a mejorar la calidad de vida del ser humano debe ser lo más fisiológica posible. A mí me parece que hay que saber muy bien cómo funcionan las cosas fisiológicamente y no empezar a jugar con modificaciones genéticas artificiales que uno nunca sabe en qué van a terminar.

Abuso de la genética

–Usted dice que se está abusando un poco de la genética.

–Se está abusando de la genética por la presión que hay para patentes y eso trae un cambio de concepción, de lógica. Cambia la lógica de conocimiento per se respecto de su valor de utilidad y entonces lo que se empieza a ver en las reuniones internacionales es un fenómeno del merchandising, la venta del producto: si yo hago esto voy a conseguir un producto que va a resolver un problema. Ahora, cuando uno pregunta cuáles son los niveles de seguridad de que esos problemas sean resueltos y no haya consecuencias negativas, nadie responde claramente. Más aún el reduccionismo, que significa pensar que todo se puede resolver a través de los genes, así algunos piensan que van a poder saber cuáles son las bases genéticas del amor, de la voluntad o la homosexualidad. Y estos estudios se hacen con un bajísimo nivel de rigor y de autocrítica. O el otro reduccionismo que dice que una vez que conozcamos los cien mil genes del hombre (Proyecto Genoma Humano), vamos a resolver todos los problemas.

–¿Y vamos a resolverlos?

–Naturalmente, no. Vamos a saber cuántos genes hay, cómo son y qué secuencia tienen, lo cual no implica que nos podamos sentar en una mesa, ordenarlos y ponerlos en el programa en el lugar que les corresponde. Además de la descripción y secuenciación de los genes, hay que conocer las interrelaciones en tiempo y espacio que tienen cada una de las proteínas que se van fabricando y que entran en juego cuando una célula decide hacer algo. Hay que saber por qué una célula decide "voy a ser hepatocito" o "voy a ser neurona".

–Parece más atractivo ser neurona.

–Hay que ver. Lo cierto es que si yo tomo todos los genes expresados en un hepatocito es como decir cuántas piezas tiene un reloj sin decir cómo se enganchan para que funcione.

–Usted dice que el Proyecto Genoma Humano está muy sobrevaluado.

–Sí, si no está complementado con otros proyectos de desarrollo funcional porque una cosa es tener los ladrillos y otra saber cómo se construye la casa. Al fin y al cabo, un gen puede ser usado en distintos momentos. Puede ser usado por el embrión en un determinado momento, después puede ser usado para cosas distintas, porque los mecanismos son muy complicados e intrincados. Por eso los embriólogos moleculares no queremos hablar de genes sueltos, sino que hablamos de cascadas funcionales. Yo no digo que no debe hacerse. Hay que secuenciar todos los modelos útiles.

–El Proyecto Genoma Humano es como armar el rompecabezas.

–No, es solamente conocer todas las piezas del rompecabezas. Para armarlo hay que hacer fisiología, establecer la función y ver en qué lugar se cumple. Lo que ocurre es lo siguiente: hace 50 años no había genes y de repente aparecen. Da la sensación de que ahí está la solución. Pero detrás hay también intereses y eso no hay que olvidarlo. Cuando Craigh Venter sale a acelerar el Proyecto Genoma Humano, en realidad lo primero que quiso hacer es patentar lo que estaba secuenciando. Hoy se pretende patentar los genes que insinúen tener una aplicación biomédica. Se los sigue y estudia en función de una patente y en esto la comunidad científica internacional ha entrado muy rápidamente. En realidad están divididas las opiniones y hay quienes dicen: señores, los genes son patrimonio de la humanidad, tal como lo declaró la Unesco. Pero ésta es una decisión que requiere discusión. Sin embargo, hay científicos que tienen sus propias compañías.

–O sea, que usted dice que el Proyecto Genoma Humano no es inocente.

–Nada es inocente en ciencia.

Tejidos y ciencia ficción

–¿Se pueden fabricar tejidos en el laboratorio?

–Sí. Se puede fabricar hueso, se puede fabricar cartílago, o piel. ¿Sabe cómo se hace para hacer un cartílago con una forma determinada? Porque una cosa es conseguir que una célula indiferenciada llegue a ser una célula de cartílago, y otra cosa que ese cartílago tenga forma de nariz. Para ello hay que proveer a las células de un molde de polímeros biodegradables que si uno los llena de esas células van a terminar dando un cartílago con forma de nariz, o una oreja. Después el molde se reabsorbe. Ahora, hacerlo con piel, cartílago o hueso es una cosa. No es lo mismo fabricar órganos, hígado o corazón, que tisularmente son mucho más complejos.

–¿Eso ya se está haciendo?

–En forma experimental. Hay laboratorios de ingeniería de tejidos donde ya se está haciendo. En forma primaria y experimental. Se imagina que no se vende en las esquinas. Pero le digo que... bueno, lo que soñamos, lo que en biomedicina llamamos el Santo Grial, es no sólo fabricar células hepáticas, hepatocitos, sino fabricar por ejemplo un hígado.

–¿No es ciencia ficción?

–Sí. Es ciencia ficción. Pero volar también lo era, o transmitir la voz a distancia, o viajar a la Luna.

Desde la ciencia hacia la política

–Bueno, podemos dejar los genes por un momento de lado. Usted es uno de los referentes del programa científico de la Alianza. ¿Por qué no me habla un poco de la situación de la ciencia en la Argentina, de lo que hay, de lo que hay que hacer?

–Bueno, en la Argentina tenemos un sistema académico que supo ser productor de conocimientos de alta calidad útiles o no, pero de alta calidad. Ultimamente se ha estado instalando la idea de que hay que asociar al productor de conocimientos con el empresario. Yo veo un problema a este enfoque, y es que en la Argentina falta demanda, que no falta en otras partes del mundo, la empresa o la corporación que dice: "Nosotros queremos desarrollar esta tecnología porque queremos vender este producto". Pero eso aquí no existe. Entonces este enfoque falla por la base, porque no hay ni grandes ni pequeñas empresas que demanden volúmenes de innovación tecnológica de punta.

–Bueno, uno lee mucho sobre el problema de cómo vincular a las empresas con la ciencia y la tecnología, cómo convencer a los empresarios, y así.

–Pero ese dilema es falso, porque la oferta no puede inventar la demanda. Tratan de cruzar la producción de conocimientos con la producción de bienes o de servicios y generan herramientas que luego se ven seriamente cuestionadas porque después no hay dónde colocar eso. En tanto y en cuanto no haya demanda, no hay ciencia ni comunidad científica que pueda crearla.

–Bueno, pero ¿y entonces?

–Entonces, el problema de cómo crear una demanda no lo tenemos que resolver los científicos. Tiene que resolverse dentro del modelo económico que se diseñe para el país, un perfil productivo. El problema de cómo hacer que ingrese la ciencia y la tecnología en la producción debe resolverse desde allí. Porque si no, todo se mezcla y ocurre –como se hace ahora– que hay fondos de innovación tecnológica que son usados para promoción industrial. Se confunde la innovación de una tecnología con el hecho de que una empresa cambie una herramienta o un aparato por uno más moderno. Y eso no significa innovación, eso es promoción industrial.

–Bueno, pero ¿qué haría usted? Con esos fondos, y en general.

–Por empezar, hay una tendencia a ofrecer el sistema científico como la panacea que va a solucionar los males del país. Si alguien cree que tener un gran desarrollo científico en un país automáticamente se traslada a la producción, está equivocado. Es como adjudicarle al sistema de ciencia y tecnología la misión de corregir las deficiencias de producción de una sociedad. Y me parece bien dejar en claro que el sistema científico no tiene que proponerse como el salvador, sino que tendría que proponerse tareas más modestas y específicas.

–Dígamelo, con modestia.

–Uno: mejorar la distribución de recursos, que está mal, todavía está muy mal. Dos: conseguir fondos auténticos para financiar la actividad científica. Hoy, la mayor parte de la financiación de la ciencia se está haciendo con recursos que vienen de créditos extranjeros. Tres: mejorar la calidad de la evaluación. Los sistemas de evaluación de la producción científica deben ser rediseñados. Esto es lo que hay que aportar desde el sector científico: recursos genuinos, mejor distribuidos y de mejor calidad. Si eso funciona bien, el sistema científico va a funcionar muy bien aunque no haya demanda desde la producción.

Datos útiles

Una galaxia muy lejana

nature Los astrónomos se han acercado un poco más al borde del universo observable: hace poco, el Telescopio Espacial Hubble capturó una fantasmal mota de luz que sería la galaxia más lejana nunca vista. El nuevo récord cósmico, a unos 13 o 14 mil millones de años luz, fue anunciado por Hsiao-Wen Chen, Kenneth M. Lanzetta y Sebastian Pascarelle, tres astrónomos de la Universidad del Estado de Nueva York que estuvieron procesando datos provenientes del siempre sorprendente Hubble. La dichosa galaxia se encuentra en dirección de la constelación de la Osa Mayor, y captar su débil luminosidad ha sido todo un reto. El dato de su sorprendente distancia llegó cuando el trío internacional de astrónomos descubrió que su luz estaba distorsionada (corrida al rojo). Este fenómeno se llama "Efecto Doppler": cuando una fuente de luz se aleja, sus ondas se "estiran" hacia el extremo rojo del espectro. Cuanto mayor sea la velocidad de alejamiento de una galaxia, y por ende, su distancia, mayor es el corrimiento al rojo. Y resulta que esta galaxia presenta el mayor corrimiento al rojo jamás observado. Por lo tanto, sería la más distante. Pero en astronomía, distancia y tiempo van de la mano: la imagen que nos llega de esa galaxia pertenece a una pasado remoto, porque su luz ha tenido que viajar una distancia imposible hasta llegar a la Tierra. Y es posible que esa galaxia ya no exista. Según las estimaciones de Chen, Lanzetta y Pascarelle, la luz que captó el Hubble fue emitida cuando el universo tenía apenas un 5% de su edad actual.

Plantas que se cuidan del sol



Science Parece que algunas plantas saben cómo defenderse de los peligros de la excesiva radiación solar. Recientemente, un grupo de biólogos suecos analizó el comportamiento de varios ejemplares de la especie Arabidopsis, un tipo de plantas que prefieren esconderse del sol. La prueba, realizada por Stanislaw Karpinski y sus colegas de la Universidad de Ciencias de la Agricultura de Suecia, consistió en que cada una de las plantas recibiera luz muy intensa sólo en la tercera parte de sus hojas. Así, los investigadores escandinavos descubrieron que todas las hojas de las plantas Arabidopsis testeadas –las expuestas a la luz y las que permanecían a la sombra– elaboraron una sustancia química que actúa como una suerte de "pantalla solar". Y no sólo eso, Karpinski y los suyos observaron que, además, las hojas iluminadas producían peróxido de hidrógeno, un compuesto que se desparrama al resto de la planta, "avisando" a las otras hojas de la amenaza lumínica (y por lo tanto, de la necesidad de elaborar las mencionadas sustancias protectoras). Como también ocurre con otras plantas, las Arabidopsis son muy sensibles a la luz solar y un exceso de ésta no sólo puede dañarlas, sino también reducir la eficiencia de su fotosíntesis.

Los resultados obtenidos por los científicos suecos son la primera evidencia de que las plantas usan señales (químicas) de aviso para protegerse de la sobreexposición al sol.

tados Unidos. Fabrican semillas a las que le hacen toda una manipulación genética para que sean resistentes a determinados plaguicidas y tóxicos y permitan que los cultivos puedan ser fumigados sin que las semillas se mueran. Luego le venden la semilla a los granjeros. Crece la planta, sacan el producto y en ese momento, porque hay un momento, ¡tac! se activan determinados genes que matan la semilla, para que el granjero no pueda volver a usarlas y tenga que comprar nuevamente las semillas.

–También es ingenioso.

–Muy ingenioso desde el punto de vista de la biología molecular. Es ingenioso porque primero tienen que modificarlas para hacerlas resistentes y después para que se suiciden. Pero hay una serie de objeciones desde el punto de vista ecológico: si la semilla se muere en serio y si eso no se va propagar o a afectar a otras poblaciones. Hay movimientos dentro de la comunidad científica y fuera de ella poniendo el foco sobre este tipo de programas, porque allí hay un objetivo puramente económico. Y en el campo de la medicina, puede darse la misma situación. Estoy modificando células que tienen determinadas características genéticas que no son normales y las estoy utilizando para terapéuticas. Lógicamente lo ideal, el objetivo, sería construir células fisiológicamente normales en el laboratorio y la única manera de lograrlo es sabiendo cómo suceden en el embrión.

Prospectiva

–¿Estamos lejos, cerca, de todo eso que me cuenta?

–Estar cerca o lejos depende de la energía y los recursos que se pongan. Lo que pasa es que hay una gran presión de las compañías. Hay que encontrar solución a la diabetes, al Parkinsons porque son enfermedades que tienen un gran impacto económico. Entonces se usa cualquier estrategia que permita fabricar y vender un producto que resuelva un problema. Si todo ese tiempo que se emplea en fabricar un producto que a lo mejor en tres o cuatro años va demostrar que no es la panacea o va a ser reemplazado por otro producto se usara mejor... El asunto es que hay presión para conseguir resultados inmediatos, y el camino vía ciencia básica es más lento.

–Bueno, uno podría decir que hay que seguir las dos estrategias.

–Hay que hacerlo. ¿Pero quién sigue estas dos estrategias? Es evidente que las grandes corporaciones, tanto las agrícolas como las biomédicas, no van a seguir estrategias lentas. Lo más probable es que haya una división del trabajo y que las compañías pongan la plata en lo que va dar una rentabilidad a mediano plazo y que el sistema académico refuerce las líneas más básicas para acumular los elementos que se necesitan para dar soluciones más definitivas o permanentes. Yo le adjudico a los ambientes académicos la función de seguir esas líneas más básicas que no necesariamente van a dar réditos inmediatos, que no se van a convertir en productos, en terapéuticas o en patentes en forma inmediata. Lo ideal es que el Estado no se desentienda de las líneas más básicas porque el capital privado no va a invertir en proyectos a muy largo plazo.

–¿Pero se está desentendiendo?

–Hay una tendencia que yo noto en muchos lugares del mundo: cada vez más el sector académico está siendo presionado por el sector privado para que se ocupe de problemas más coyunturales, para que dé soluciones rápidas. Las corporaciones han sabido convencer a las comunidades científicas, o parte de ellas, de la importancia de las patentes, con la consecuencia de que hay muchos recursos humanos y de infraestructura que se trasladan a problemas coyunturales en detrimento de estudios de largo aliento. Y a veces esas situaciones coyunturales llegan a vías muertas. Por ejemplo, se invirtieron cantidades enormes en el Interferón y bueno, no fue una panacea.

–Bueno, la investigación básica también puede no dar resultado.

–Desde ya. Lo que pasa es que cuando se trata de biomedicina, hay que ser especialmente cauto, pero creo que la solución para resolver si hay un desarrollo científico que apunta en algún momento a mejorar la calidad de vida del ser humano debe ser lo más fisiológica posible. A mí me parece que hay que saber muy bien cómo funcionan las cosas fisiológicamente y no empezar a jugar con modificaciones genéticas artificiales que uno nunca sabe en qué van a terminar.

Abuso de la genética

–Usted dice que se está abusando un poco de la genética.

–Se está abusando de la genética por la presión que hay para patentes y eso trae un cambio de concepción, de lógica. Cambia la lógica de conocimiento per se respecto de su valor de utilidad y entonces lo que se empieza a ver en las reuniones internacionales es un fenómeno del merchandising, la venta del producto: si yo hago esto voy a conseguir un producto que va a resolver un problema. Ahora, cuando uno pregunta cuáles son los niveles de seguridad de que esos problemas sean resueltos y no haya consecuencias negativas, nadie responde claramente. Más aún el reduccionismo, que significa pensar que todo se puede resolver a través de los genes, así algunos piensan que van a poder saber cuáles son las bases genéticas del amor, de la voluntad o la homosexualidad. Y estos estudios *se hacen con un bajísimo nivel de* rigor y de autocrítica. O el otro reduccionismo que dice que una vez que conozcamos los cien mil genes del hombre (Proyecto Genoma Humano), vamos a resolver todos los problemas.

–¿Y vamos a resolverlos?

–Naturalmente, no. Vamos a saber cuántos genes hay, cómo son y qué secuencia tienen, lo cual no implica que nos podamos sentar en una mesa, ordenarlos y ponerlos en el programa en el lugar que les corresponde. Además de la descripción y secuenciación de los genes, hay que conocer las interrelaciones en tiempo y espacio que tienen cada una de las proteínas que se van fabricando y que entran en juego cuando una célula decide hacer algo. Hay que saber por qué una célula decide "voy a ser hepatocito" o "voy a ser neurona".

–Parece más atractivo ser neurona.

–Hay que ver. Lo cierto es que si yo tomo todos los genes expresados en un hepatocito es como decir cuántas piezas tiene un reloj sin decir cómo se enganchan para que funcione.

–Usted dice que el Proyecto Genoma Humano está muy sobrevaluado.

–Sí, si no está complementado con otros proyectos de desarrollo funcional porque una cosa es tener los ladrillos y otra saber cómo se construye la casa. Al fin y al cabo, un gen puede ser usado en distintos momentos. Puede ser usado por el embrión en un determinado momento, después puede ser usado para cosas distintas, porque los mecanismos son muy complicados e intrincados. Por eso los embriólogos moleculares no queremos hablar de genes sueltos, sino que hablamos de cascadas funcionales. Yo no digo que no deba hacerse. Hay que secuenciar todos los modelos útiles.

–El Proyecto Genoma Humano es como armar el rompecabezas.

–No, es solamente conocer todas las piezas del rompecabezas. Para armarlo hay que hacer fisiología, establecer la función y ver en qué lugar se cumple. Lo que ocurre es lo siguiente: hace 50 años no había genes y de repente aparecen. Da la sensación de que ahí está la solución. Pero detrás hay también intereses y eso no hay que olvidarlo. Cuando Craigh Venter sale a acelerar el Proyecto Genoma Humano, en realidad lo primero que quiso hacer es patentar lo que estaba secuenciando. Hoy se pretende patentar los genes que insinúen tener una aplicación biomédica. Se los sigue y estudia en función de una patente y en esto la comunidad científica internacional ha entrado muy rápidamente. En realidad están divididas las opiniones y hay quienes dicen: señores, los genes son patrimonio de la humanidad, tal como lo declaró la Unesco. Pero ésta es una decisión que requiere discusión. Sin embargo, hay científicos que tienen sus propias compañías.

–O sea, que usted dice que el Proyecto Genoma Humano no es inocente.

–Nada es inocente en ciencia.

n debe resolverse desde allí. Porque si no, to-
e *–como se hace ahora–* que hay fondos de
ca que son usados para promoción industrial.
ación de una tecnología con el hecho de que
una herramienta o un aparato por uno más
gnifica innovación, eso es promoción indus-

é haría usted? Con esos fondos, y en gene-

una tendencia a ofrecer el sistema científico
va a solucionar los males del país. Si alguien
an desarrollo científico en un país automáti-
la producción, está equivocado. Es como ad-
le ciencia y tecnología la misión de corregir
oducción de una sociedad. Y me parece bien
sistema científico no tiene que proponerse
o que tendría que proponerse tareas más mo-

iodestia.

distribución de recursos, que está mal, toda-
s: conseguir fondos auténticos para financiar
a. Hoy, la mayor parte de la financiación de
endo con recursos que vienen de créditos ex-
rar la calidad de la evaluación. Los sistemas
producción científica deben ser rediseñados.
e aportar desde el sector científico: recursos
ribuidos y de mejor calidad. Si eso funciona
ífico va a funcionar muy bien aunque no ha-
producción.

Datos útiles

Una galaxia muy lejana

nature Los astrónomos se han acercado un poco más al borde del universo observable: hace poco, el Telescopio Espacial Hubble capturó una fantasmal mota de luz que sería la galaxia más lejana nunca vista. El nuevo récord cósmico, a unos 13 o 14 mil millones de años luz, fue anunciado por Hsiao-Wen Chen, Kenneth M. Lanzetta y Sebastian Pascarelle, tres astrónomos de la Universidad del Estado de Nueva York que estuvieron procesando datos provenientes del siempre sorprendente Hubble. La dichosa galaxia se encuentra en dirección de la constelación de la Osa Mayor, y captar su débil luminosidad ha sido todo un reto. El dato de su sorprendente distancia llegó cuando el trío internacional de astrónomos descubrió que su luz estaba distorsionada (corrida al rojo). Este fenómeno se llama "Efecto Doppler": cuando una fuente de luz se aleja, sus ondas se "estiran" hacia el extremo rojo del espectro. Cuanto mayor sea la velocidad de alejamiento de una galaxia, y por ende, su distancia, mayor es el corrimiento al rojo. Y resulta que esta galaxia presenta el mayor corrimiento al rojo jamás observado. Por lo tanto, sería la más distante. Pero en astronomía, distancia y tiempo van de la mano: la imagen que nos llega de esa galaxia pertenece a una pasado remoto, porque su luz ha tenido que viajar una distancia imposible hasta llegar a la Tierra. Y es posible que esa galaxia ya no exista. Según las estimaciones de Chen, Lanzetta y Pascarelle, la luz que captó el Hubble fue emitida cuando el universo tenía apenas un 5% de su edad actual.

Plantas que se cuidan del sol



Science Parece que algunas plantas saben cómo defenderse de los peligros de la excesiva radiación solar. Recientemente, un grupo de biólogos suecos analizó el comportamiento de varios ejemplares de la especie Arabidopsis, un tipo de plantas que prefieren esconderse del sol. La prueba, realizada por Stanislaw Karpinski y sus colegas de la Universidad de Ciencias de la Agricultura de Suecia, consistió en que cada una de las plantas recibiera luz muy intensa sólo en la tercera parte de sus hojas. Así, los investigadores escandinavos descubrieron que todas las hojas de las plantas Arabidopsis testeadas –las expuestas a la luz y las que permanecían a la sombra– elaboraron una sustancia química que actúa como una suerte de "pantalla solar". Y no sólo eso, Karpinski y los suyos observaron que, además, las hojas iluminadas producían peróxido de hidrógeno, un compuesto que se desparrama al resto de la planta, "avisando" a las otras hojas de la amenaza lumínica (y por lo tanto, de la necesidad de elaborar las mencionadas sustancias protectoras). Como también ocurre con otras plantas, las Arabidopsis son muy sensibles a la luz solar y un exceso de ésta no sólo puede dañarlas, sino también reducir la eficiencia de su fotosíntesis.

Los resultados obtenidos por los científicos suecos son la primera evidencia de que las plantas usan señales (químicas) de aviso para protegerse de la sobreexposición al sol.

LIBROS

Excursos
Grandes relatos de ficción

Pablo Capanna
Simurg, 247 págs.



El filo del milenio, gusta decirse, corta de cuajo el tiempo de los grandes relatos de la modernidad. Pablo Capanna, el mayor especialista argentino en ciencia ficción, apunta dentro de esta lógica, no ya a los grandes relatos, sino a lo que denomina "excursos", desviaciones del discurso realista, ni del todo fantástico ni del todo mitológico. "'Realismo' y 'fantasía' son dos abstracciones, los extremos ideales de un espectro continuo". Reconstruir entonces las elaboraciones de ficción de este último tiempo tiene como objeto un aporte de algún tipo al discurso realista que no intenta hacer mella en él. Los excursos son, por decirlo de alguna forma, conscientes de sí mismos y su condición mítica.

Entran en escena entonces los "Grandes relatos de ficción" de autores clásicos que comparten el denominador común de haber vivido en este siglo: Lewis, Junger, Tolkien, utopías, mundos paralelos, viajes en el tiempo y el fenómeno ovni son rastreados bajo la lupa de quien insinúa un cierto imaginario colectivo.

El libro de Capanna es extraño... también habla de cosas que extrañan y básicamente, de literatura.

Además, es muy interesante.

AGENDA

I Conferencia Argentina de Educación Matemática
La SOAREM, Sociedad Argentina de Educación Matemática y el Departamento de Matemática del profesorado Joaquín V. González invitan a los docentes de matemática de todos los niveles a participar en esta primera conferencia a cargo de destacados docentes argentinos y extranjeros. Se realizará del 10 al 12 de junio del corriente año en la sede del Instituto Superior del Profesorado Joaquín V. González: Rivadavia 3577, 1º piso, de 8 a 19,30 hs. Informes: SOAREM, Echeverría 2019 1 "E" (C.P. 1428) y en la Secretaría del Instituto.

Becas de investigación
El Instituto Campomar llama a concurso de becas para realizar investigación posdoctoral en el Instituto Weizman de Israel. La inscripción puede realizarse hasta el 31 de agosto próximo. Más información al 4863-4011.

Club de astronomía
El Club de Astronomía Ingeniero Félix Aguilar invita el sábado 22 a las 18 hs. a asistir a la charla de Alejandro Cuningham sobre "A 75 años del descubrimiento de la expansión del universo" en la Casa de la Cultura de Vte. López, Ricardo Gutiérrez 1060 (Olivos).
El viernes 28 a las 20,30 habrá observación astronómica comunitaria con David Fortune, en el Observatorio, en Bouchardo 2556.
Para más información llamar al 4799-7112 o al 4747-7499.

Mensajes a FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

Especies amenazadas

Los elefantes en peligro

Por Mariano Ribas

Los elefantes africanos son cada vez menos, y su futuro es incierto. Desde hace dos mil años, el hombre viene aniquilándolos para arrancarles sus formidables colmillos, y últimamente, la caza descontrolada y el comercio del marfil los ha puesto al borde de la extinción. Por eso, en 1989, y ante un panorama realmente preocupante, se realizó una convención internacional en Suiza. Allí se votó masivamente por prohibir el nefasto negocio. Pero la cosa no quedo ahí: a mediados de 1997, el asunto volvió a plantearse, esta vez en una reunión celebrada en Zimbabwe. Luego de largos debates, idas y venidas, la prohibición fue "relajada". Ahora, a casi dos años de aquella polémica decisión, hay varios países africanos que están vendiendo marfil al mundo (principalmente a Japón) bajo ciertas medidas de control. Sin embargo, muchos desconfían, y temen que, dentro de no mucho tiempo, Africa se quede sin sus emblemáticos elefantes.

La locura por el marfil

Hace dos mil quinientos años, unos cincuenta o sesenta millones de elefantes vivían desparramados por toda Africa. Pero el último censo registró apenas unos 600 mil. O sea: en un lapso relativamente corto, la especie se redujo en un 98 o 99%. El fenomenal desastre tiene varias causas, pero una de ellas es la más pesada: el "apetito" humano por sus colmillos (léase marfil), un rasgo que distingue a los elefantes africanos de los asiáticos. El marfil es un material vistoso, elegante, duradero y fácil de trabajar, y desde siempre fue muy apreciado. Pero claro, los elefantes no regalan sus colmillos, y sólo hay dos maneras de obtenerlos: sacándoselas a los animales muertos o bien, matándolos. Así, ya en el siglo I de nuestra era, el Imperio Romano aniquiló manadas enteras (en Africa septentrional) para satisfacer su locura por los objetos y adornos de marfil. Durante casi dos milenios, el descontrol continuó, poniendo en jaque a una de las formas de vida más inteligentes de la Tierra.

Las matanzas del siglo XX

En tiempos más recientes, el marfil comenzó a utilizarse en toda clase de artículos, como por ejemplo, teclas para pianos: en 1910, en Estados Unidos, se usaron setecientas toneladas de colmillos para producir 350 mil teclados. El costo: 13 mil elefantes muertos. Por suerte, al finalizar la Primera Guerra Mundial se aprobaron leyes internacionales para protegerlos. Y la especie se recuperó durante las décadas siguientes, llegando al millón y medio de ejemplares hacia 1970. Pero entonces volvieron las matanzas, principalmente para abastecer la demanda de Japón –un país fanático del marfil– y otras naciones asiáticas. El repunte de la demanda, las nuevas armas y las innovaciones técnicas (que procesaban rápidamente el marfil) se mezclaron en un cocktail nefasto: durante los veinte años siguientes se liquidaron un millón de elefantes. Y países como Uganda, Kenia y Tanzania perdieron entre el 80 y el 95% de sus ejemplares, principalmente a manos de cazadores furtivos (aunque los más beneficiados fueron los intermediarios y los traficantes). Los asesinos se ensañaron no sólo con los animales adultos, sino también con los más chicos. Así, a fines de los 80 sólo quedaban en el continente unos 600 mil. Se había llegado demasiado lejos.



Frenar el descontrol

Semejantes matanzas fueron denunciadas por grupos ecologistas y conservacionistas de todo el mundo. Y a fines de 1989, en Suiza, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies en Peligro prohibió la comercialización del marfil a nivel mundial. La medida fue complementada con la asignación de considerables fondos, destinados a proteger a los elefantes. Muchos especialistas temieron que la decisión dispararía los precios y la caza ilegal, sin embargo, ocurrió todo lo contrario. Un ejemplo: antes de la prohibición, en Kenia se mataban unos 2 mil elefantes por año, pero en 1995, las víctimas sólo fueron 35. Y se pasó de 19 mil animales en 1989 a los actuales 30 mil. En el sur de Africa las iniciativas conservacionistas también dieron buenos resultados. Comenzaba a frenarse la masacre.

Pero el tenue resurgir de los elefantes no fue del todo celebrado por los campesinos africanos, que saben de sus travesuras. Claro, un elefante come –como no podía ser de otro modo– a lo bestia: de 200 a 300 kilos de vegetales por día. Así, una manada puede acabar con cosechas enteras. Y no sólo eso: estas toneladas con patas pueden devorarse árboles frutales enteros, aplastar –literalmente– al ganado, atropellar casas y escuelas, dañar puentes y otras delicadezas por el estilo.

Una prohibición "relajada"

En junio de 1997 los pobres elefantes volvieron a temblar: en Harare, Zimbabwe, se reunieron los representantes de 140 países para revisar la decisión tomada en Suiza. Hubo opiniones de todos los colores, polémicas, idas y venidas, pero a la hora de decidir se optó por una prohibición a medias, o como se dijo, "relajada". Desde entonces Botswana, Namibia y Zimbabwe cazan elefantes de modo controlado, y venden cantidades limitadas de marfil. Ahora, algunos países dicen que la medida está evitando las matanzas y el comercio clandestino. Y que el dinero resultante de las exportaciones se estaría destinando a medidas proteccionistas (como los patrullajes para evitar la cacería ilegal). Otros extrañan la prohibición en serio, porque temen a la falta de rigor en los actuales controles y a la caza especulativa.

Sea como fuere, sería deseable que el sentido común prime, y que los simpáticos paquidermos vuelvan a sus tiempos de gloria, cuando eran tantos, que al correr hacían vibrar al suelo africano. El hombre debe darle una mano a los elefantes.

Cartas de lectores

Crítica de un físico a Sokal

Suplemento Futuro:

Me dirijo a Ud. y a los lectores del suplemento **Futuro** a fin de realizar un pequeño aporte al debate al que Ud. convocara en su columna del 8 de mayo a propósito del affaire Sokal y del libro *Imposturas Intelectuales*.

Opinando como físico, considero que el balance del affaire es, en general, negativo para las ciencias "duras", ya que su efecto principal parecería haber sido convencer a algunos de mis colegas científicos que no han leído ni a los autores criticados por Sokal y Bricmont ni a Sokal y Bricmont, de que no deberían preocuparse en lo más mínimo por esta circunstancia, y mucho menos considerarla una carencia o un problema. Subrayo que el descrédito en el que habrían caído Lacan, Feyerabend, Latour, etc. (y, precisamente, que autores tan disímiles como éstos hayan caído en la misma bolsa indica la gravedad del problema que quiero señalar) no se debe tanto a la persuasión de los argumentos de Sokal y Bricmont, como simplemente a que el affaire ha reforzado prejuicios que lo antedatan.

En lo que se refiere a los enunciados de Sokal y Bricmont sobre epistemología y sociología de la ciencia, debo confesar que se me escapa por qué los autores atacan con tanta saña el llamado "programa fuerte" de esta última. Aun si, a pesar de esfuerzos denodados de investigadores capaces, dicho programa resultara ser insostenible, esta conclusión sería un gran avance en sí misma. Por dar un ejemplo, aun cuando Gödel demostró que el programa de Hilbert para la axiomatización de las matemáticas era irrealizable, el programa en sí fue muy positivo, precisamente porque estimuló los trabajos de Gödel, entre otros.

Otra de las bêtes noires de Sokal y Bricmont que yo calificaría, como mucho, de grises son la descripción de la ciencia como un discurso, y la afirmación de que los contenidos de este discurso son resultado de una "construcción social". Respecto a lo primero, basta notar que cuando uno abre una revista de geología lo que encuentra no es la cordillera, sino un texto sobre la cordillera. En cuanto a la "construcción social", este texto no se refiere a todas y cada una de las propiedades de la cordillera (lo cual sería probablemente inconcebible) sino, en el mejor de los casos, a un recorte o visión parcial de la misma, que es significativo para una comunidad de investigadores en un momento dado. Casos extremos como el de Lombroso y sus seguidores, quienes, centrando su estudio sobre una colección de cráneos redujeron los actos delictivos a una cuestión de herencia (y de paso "inventaron" nuevos tipos sociales, tales como los "mastoideos"), nos muestran que no hay razón para pensar que el recorte selectivo de la "realidad" que hace la ciencia sea ingenuo o transparente. En todo caso, queda espacio para contemplar la posibilidad de que ese recorte esté determinado por razones históricas o sociológicas, y en este sentido no veo por qué la afirmación de que la ciencia inventa su propia realidad sería escandalosa, ya que, como bien sabía Machado, "también la verdad se inventa".

Quisiera señalar que, en realidad, no importa si autores como Latour utilizan el concepto de "construcción social de la ciencia" en el sentido que yo he mencionado u otro. Lo que importa es que las miradas "heterodoxas" de autores como Feyerabend o Latour iluminan aspectos de la actividad científica que las perspectivas "ortodoxas", como la de Sokal y Bricmont, opacan o directamente excluyen del orbe de lo pensable. Quizás algún día lleguemos a la conclusión de que esos rincones oscuros no son realmente significativos para comprender qué es la ciencia. Pero me parece que el intento de censurar a priori todo intento de investigación en ese sentido es más propio de la Policía del Pensamiento que de la epistemología.

Y hablando de policías, ¿no había una analogía mejor para la actividad científica que una investigación policial?

Dr. Esteban Calzetta
Profesor-Investigador
Departamento de Física
FCEyN-UBA